

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 19820061151785

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

PECVD 制备 a-SiC:H 薄膜
及激光退火研究

Preparation of a-SiC:H Films by PECVD
and Research of Laser Annealing

黄 俊

指导教师姓名: 吴 正 云 教 授

专 业 名 称: 凝 聚 态 物 理

论文提交日期: 2009 年 5 月

论文答辩时间:

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

碳化硅(SiC)材料由于具有禁带宽度大、电子饱和漂移速度高、电子迁移率高、临界击穿电场高、热导率高、介电常数小、化学稳定性好等优良的物理化学性质,成为制备高温、高频、大功率及抗辐照的半导体器件的优选材料。本文介绍了碳化硅薄膜的制备方法、实验测量及激光退火研究。

本文首先利用等离子增强化学气相沉积(PECVD)方法在 P 型 Si(100)衬底上生长氢化非晶碳化硅(a-SiC:H)薄膜,制备的薄膜表面均匀平整,结构致密,且与衬底粘附性好。通过改变 PECVD 的淀积温度和射频功率这两个参数,来分析不同工艺条件对 a-SiC:H 薄膜的影响。研究表明提高淀积温度,可使薄膜生长速率降低,折射率增大,结晶度提高,氢含量降低;增大射频功率,可使薄膜生长速率提高, Si-C 键增加,但薄膜折射率变化小,且氢含量也有所增加。此外,还发现薄膜的 Si/C 组分受淀积温度和射频功率的影响较小。

接着采用氟化氪(KrF)准分子脉冲激光对 a-SiC:H 薄膜进行激光退火。研究表明选用合适能量密度的激光退火能够实现 a-SiC:H 薄膜的结晶化和去氢化,且结晶度随着入射激光能量密度的增大而提高;当入射能量密度超过 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 时,薄膜表面开始出现传质现象和表面波纹现象,激光退火使薄膜发生相变,结晶过程为液相结晶;当入射能量密度达到 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ 时,薄膜液相结晶过程显著加剧;经过一定脉冲数的激光退火后,增加脉冲数对薄膜结晶及去氢的作用较小,脉冲数对薄膜结晶化和去氢化的影响存在一个阈值。

通过比较激光退火和常规热退火,发现当薄膜较厚时,经过常规热退火后,薄膜损伤严重,而激光退火后的薄膜表面较为完整。激光退火时薄膜通过传质现象和表面波纹现象释放应力,表面损伤小于常规热退火。同时,激光退火实现了液相结晶过程,相对于常规热退火的固相结晶过程,能够更为有效地提高薄膜的结晶质量;但激光脉冲作用时间短,去氢化效果不如常规热退火。

关键词: PECVD; a-SiC:H 薄膜; 激光退火

厦门大学博硕士论文摘要库

ABSTRACT

Silicon carbide (SiC) has become a good choice of high-temperature, high-frequency, high-power and anti-radiation material due to its excellent physical and chemical properties such as wide band gap, high electron saturation drift velocity, high electron mobility, high breakdown electric field, high thermal conductivity, small dielectric constant and excellent chemical stability. This paper describes preparation, testing and laser annealing effect of amorphous hydrogenated silicon carbide (a-SiC:H) films.

The films prepared on Si(100) substrate by plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) at different temperature and RF power were studied. It is found that the films have a uniform formation, compact structure, and good substrate adhesion. The results indicate that when temperature increases, growth rate decreases, refractive index increases, crystallinity gets better and the content of hydrogen decreases. Meanwhile, when the RF power increases, growth rate increases, refractive index is invariable, crystallinity gets better and the content of hydrogen increases.

a-SiC:H films were annealed by KrF excimer laser. The results indicate that laser annealing at a proper density is an effective way to realize material crystallization and dehydrogenation. Crystallinity gets better as the incident laser power increases. It is observed that when the incident laser power is over $200\text{mJ}/\text{cm}^2$, the phenomena of surface corrugation caused by thermal elastic wave come into being on the surface of films after laser annealing, and the films transform by liquid crystallization. When the films are annealed by several pulses of laser, the increase of pulses has little impact on the films' crystallinity.

By comparing the laser annealing with conventional thermal annealing, It's observed that the thick films were susceptible to fracture after conventional thermal annealing and relatively complete after laser annealing. In contrary to conventional thermal annealing, laser annealing has advantage on less damage and better crystallinity as well as disadvantage on dehydrogenation.

Keywords: PECVD; a-SiC:H films; laser annealing

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
§1.1 SiC 的基本性质	1
§1.1.1 SiC 的结构特性	1
§1.1.2 SiC 的技术特性	3
§1.1.3 SiC 的电学特性	4
§1.2 a-SiC:H 薄膜的特点	5
§1.3 a-SiC:H 薄膜的制备方法	5
§1.4 a-SiC:H 薄膜的研究现状	6
参考文献	9
第二章 实验设备及薄膜表征	12
§2.1 薄膜的生长设备	12
§2.2 薄膜的退火设备	14
§2.2.1 激光退火	14
§2.2.2 常规热退火	15
§2.3 薄膜的表征	16
§2.3.1 椭偏仪	16
§2.3.2 金相显微镜	17
§2.3.3 原子力显微镜(AFM)	17
§2.3.4 扫描电子显微镜(SEM)	18
§2.3.5 傅里叶变换红外吸收谱(FTIR)	18
§2.3.6 X 射线衍射分析(XRD)	19
§2.3.7 X 射线光电子谱(XPS)	20
参考文献	22
第三章 PECVD 制备 a-SiC:H 薄膜	23
§3.1 薄膜样品的制备	23
§3.1.1 衬底的处理	23
§3.1.2 薄膜生长工艺条件	23

§3.1.3 主要的化学反应	24
§3.2 不同温度生长薄膜的表征	25
§3.2.1 扫描电子显微镜 (SEM)	25
§3.2.2 薄膜厚度及生长速率	26
§3.2.3 薄膜折射率及光学带隙	27
§3.2.4 傅立叶变换红外谱(FTIR)	29
§3.2.5 X 射线衍射谱(XRD)	30
§3.3 不同射频功率生长薄膜的表征	31
§3.3.1 扫描电子显微镜 (SEM)	31
§3.3.2 薄膜厚度及生长速率	32
§3.3.3 薄膜折射率及光学带隙	33
§3.3.4 傅立叶变换红外谱(FTIR)	34
§3.3.5 X 射线衍射谱(XRD)	35
§3.4 本章小结	36
参考文献	37
第四章 a-SiC:H 薄膜的激光退火	38
§4.1 激光退火的研究意义	38
§4.2 激光退火的原理	38
§4.2.1 半导体对激光的吸收	38
§4.2.2 半导体激光退火的两种基本模型	39
§4.3 准分子激光	41
§4.3.1 准分子激光的原理	41
§4.3.2 准分子激光的应用	42
§4.4 不同能量密度下激光退火	43
§4.4.1 金相显微图	44
§4.4.2 扫描电子显微镜 (SEM)	46
§4.4.3 原子力显微镜(AFM)	47
§4.4.4 X 射线衍射谱(XRD)	49
§4.4.5 傅立叶变换红外谱(FTIR)	50

§4.5 不同激光脉冲数下激光退火	51
§4.5.1 傅立叶变换红外谱(FTIR)	52
§4.5.2 X 射线衍射谱(XRD)	53
§4.6 激光退火与常规热退火比较	54
§4.6.1 金相显微图	54
§4.6.2 傅立叶变换红外谱(FTIR)	56
§4.7 本章小结	57
参考文献	59
第五章 工作总结与展望	61
§5.1 工作总结	61
§5.2 工作展望	62
附录 硕士期间发表论文	64
致 谢	65

厦门大学博硕士论文摘要库

CONTENT

Chapter 1 Introduction.....	1
§1.1 Basic Properties of SiC	1
§1.1.1 Structural Properties of SiC	1
§1.1.2 Technical Properties of SiC	3
§1.1.3 Electrical Properties of SiC.....	4
§1.2 Properties of a-SiC:H Films.....	5
§1.3 Preparation of a-SiC:H Films	5
§1.4 Research Progress of a-SiC:H Films	6
References.....	9
Chapter 2 Experiment Instruments and Measurement of Films	12
§2.1 Preparation Instruments of Films	12
§2.2 Annealing Instruments of Films	14
§2.2.1 Thermal Annealing.....	14
§2.2.2 Laser Annealing.....	15
§2.3 Measurement of Films	16
§2.3.1 Ellipsometer	16
§2.3.2 Optical Microscope.....	17
§2.3.3 Atomic Force Microscope (AFM)	17
§2.3.4 Scanning Electron Microscope (SEM)	18
§2.3.5 Fourier Transform Infrared Spectrum (FTIR)	18
§2.3.6 X-ray Diffraction (XRD)	19
§2.3.7 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)	20
References.....	22
Chapter 3 Preparation of a-SiC:H Films by PECVD	23
§3.1 Preparation of a-SiC:H Films.....	23
§3.1.1 Treatment of Substrate.....	23
§3.1.2 Processing of a-SiC:H Films.....	23

§3.1.3 Main Chemical Reaction	24
§3.2 Measurement of Films Prepared at Different Temperature.....	25
§3.2.1 Photos of SEM	25
§3.2.2 Thickness and Growth Rate of Films	26
§3.2.3 Refractive Index and Band Gap of Films	27
§3.2.4 Fourier Transform Infrared Spectrum (FTIR)	29
§3.2.5 X-ray Diffraction (XRD)	30
§3.3 Measurement of Films Prepared at Different RF	31
§3.3.1 Photos of SEM	31
§3.3.2 Thickness and Growth Rate of Films	32
§3.3.3 Refractive Index and Band Gap of Films.....	33
§3.3.4 Fourier Transform Infrared Spectrum (FTIR)	34
§3.3.5 X-ray Diffraction (XRD)	35
§3.4 Summary.....	36
References.....	37
Chapter 4 Laser Annealing of a-SiC:H Films	38
§4.1 Research Significance of Laser Annealing	38
§4.2 Theory of Laser Annealing	38
§4.2.1 Semiconductor Laser Absorption	38
§4.2.2 Two Basic Model of Semiconductor Laser Annealing.....	39
§4.3 Excimer laser	41
§4.3.1 The principle of Excimer Laser	41
§4.3.2 Application of Excimer Laser	42
§4.4 Laser Annealing at Different Power Density	43
§4.4.1 Photos of Optical Microscope.....	44
§4.4.2 Photos of SEM	46
§4.4.3 Atomic Force Microscope (AFM)	47
§4.4.4 X-ray Diffraction (XRD)	49
§4.4.5 Fourier Transform Infrared Spectrum (FTIR)	50

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库